

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-340464

(43) 公開日 平成4年(1992)11月26日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 29/10	5 0 6	6928-2 J		
29/22	5 0 1	6928-2 J		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平3-112696

(22) 出願日 平成3年(1991)5月17日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(71) 出願人 591102899

日本パナメトリクス株式会社

東京都千代田区麹町5丁目7番地 紀尾井

町TBRビル1119号

(71) 出願人 591102903

株式会社アспект

東京都江戸川区中葛西5丁目32番8号 圭

盟ビル4階

(74) 代理人 弁理士 八田 幹雄 (外2名)

最終頁に続く

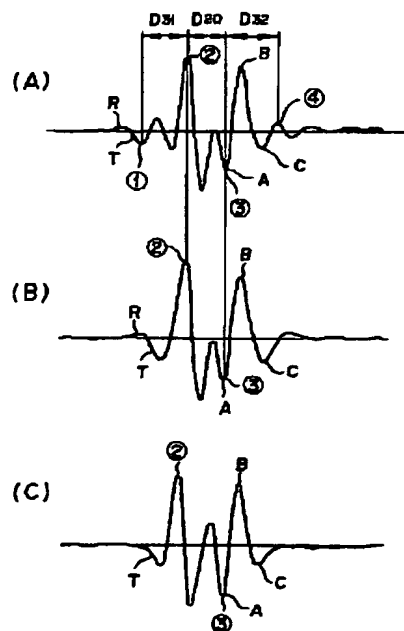
(54) 【発明の名称】 多層樹脂成形品の非破壊検査方法

(57) 【要約】

【目的】 3層の樹脂層とこれらの樹脂層を接合するための2層の接着層を有する樹脂製品における接着層が薄い場合でも、接着層が成形されているか否かを検出することを目的とする。

【構成】 外側接着層については、この接着層が成形されていれば、僅かに変位する小変位波形が見い出されることから、これを検出して接着層が形成されているか否かを判別する。また、内側接着層については、これの外側の境界面の反射波ピーク点位置と、これよりも内側のピーク点位置との間の距離に応じて、一定の範囲内の厚みとなっているか否かが判別できる。

【効果】 従来では接着層が120~140 $\mu$ m以上となっていなければ、接着層が成形されていないと判断せざるを得なかったが、外側接着層については30 $\mu$ m以上の厚みがあれば、それを検出することができ、内側接着層については、80 $\mu$ m以上の厚みがあれば、それを検出することができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内外2層の樹脂層と、この樹脂層の間に介在する樹脂製の中間層と、この中間層と前記両樹脂層とを接合する内外2層の接着層とを有する多層樹脂成形品における前記接着層の有無を非破壊で検査する多層樹脂成形品の非破壊検査方法において、前記樹脂成形品に照射した超音波のうち前記中間層と前記両接着層の部分の反射波の波形を記憶し、記憶した反射波形に基いて当該波形のうち前記成形品の外方側からまず僅かに変位する小変位波形と、その次に反対側に変位する波形とが存在するかを判別し、前記反対側に変位する波形のピークレベルに対して150%以上のピークレベルを有する中間層の外側界面に対応するピークを判別し、当該ピーク波形と前記小変位波形との間に、これらとは反対側に変位した2つのピーク点が存在するかどうかを判別し、前記2つのピーク点が存在する場合にはこれらのピーク点のうち前記小変位波形の次のピーク点と前記ピーク波形との間の幅を算出してその値を外側接着層の厚みとして出力し、前記2つのピーク点が存在しない場合には前記外側接着層が存在することを出力してなる多層樹脂成形品の非破壊検査方法。

【請求項2】 内外2層の樹脂層と、この樹脂層の間に介在する樹脂製の中間層と、この中間層と前記両樹脂層とを接合する内外2層の接着層とを有する多層樹脂成形品における前記接着層の有無を非破壊で検査する多層樹脂成形品の非破壊検査方法において、前記樹脂成形品に照射した超音波のうち前記中間層と前記両接着層の部分の反射波の波形を記憶し、記憶した反射波形に基いて当該波形のうち前記中間層の内側界面ピーク点を検出し、当該ピーク点よりも成形品における内方側の次のピーク点を検出して当該ピーク点と前記内側界面ピーク点との間の伝播速度からこれらのピーク点間の距離を算出し、算出したピーク点間の距離が基準値以上となっているかどうかを比較し、基準値以上となっていれば内側接着層が存在することを出力し、基準値以下の場合には前記次のピーク点以降のピーク点の振幅が基準値以上となっているかどうかを比較して基準値以上となっていればそのピーク点と前記内側界面ピーク点との間の伝播速度からこれらピーク点間の距離を内側接着層の厚みとして出力してなる多層樹脂成形品の非破壊検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は多数の樹脂層が積層されてなる樹脂成形品における樹脂層相互を接着するための接着層の有無及び接着層の厚みを検査する多層樹脂成形品の非破壊検査方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、自動車用の燃料タンクは樹脂により製造されることが多くなっている。図9は樹脂製の燃料タンク10の一例を示す一部省略した斜視図であり、

2

この燃料タンク10のうち図10で示された断面の一部を拡大して示すと図11の通りである。図11に示すように、この燃料タンク10は高密度ポリエチレン樹脂つまりHDPE樹脂よりなる外側PE層11及び内側PE層12と、これらの内外両PE層11、12の間に積層されたポリアミド樹脂つまりナイロンよりなる中間層(PA層)20と、外側PE層11及び中間層20を接着するための外側接着層31と、内側層12及び中間層20を接着するための内側接着層32とを有しており、合計5層となっている。それぞれの接着層31、32は、変成ポリエチレンにより形成されている。

【0003】 このような樹脂製の燃料タンク10は、一般に、多層ブロー成形によって成形されており、成形後に燃料タンク10全体にわたり内外両接着層31、32が確実に形成されているかどうか重要な条件であるので、従来から非破壊検査法によって、接着層31、32が形成されているかをチェックしている。特願昭63-317350号は、内外PE層とこれらを接着するための接着層とを有する樹脂製の燃料タンクにおける接着層の成形成態を検査するための非破壊検査方法を開示している。この方法では、超音波探傷器を用いてこれの探触子から燃料タンクに超音波を照射すると共にその反射波を受信しており、各々の層相互間の界面からの反射波が探触子により補足される。このようにして補足された反射波を増幅した後ハイパスフィルターによりノイズ成分を除去して、ディスプレイに投影すれば、ディスプレイ上に投影された波形から接着層の厚みを求めることができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このような超音波探傷器を用いて、接着層の厚みを検査する場合には、従来では接着層自体が所定の厚み以上となっていないと、接着層が形成されていると判断することができなかった。つまり、従来では、接着層が120 $\mu$ mあるいは140 $\mu$ m程度の厚みとなっていない場合には、接着層が形成されていないと判断せざるを得なかった。なぜならば、接着層が上述した厚みとなっていないと、ディスプレイ上では判別できなかったためである。しかし、接着層が数10 $\mu$ m程度確保されていれば、樹脂層相互を接着する機能は充分であり、従来に比して薄い厚みの接着層の存否を判別し得るようにする技術が要望されている。本発明は上記従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、薄い接着層であってもその存在を検出し得るようにすることを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するための本発明は、内外2層の樹脂層と、この樹脂層の間に介在する樹脂製の中間層と、この中間層と前記両樹脂層とを接合する内外2層の接着層とを有する多層樹脂成形品における前記接着層の有無を非破壊で検査する多層樹脂

成形品の非破壊検査方法において、前記樹脂成形品に照射した超音波のうち前記中間層と前記両接着層の部分の反射波の波形を記憶し、記憶した反射波形に基いて当該波形のうち前記成形品の外方側からまず僅かに変位する小変位波形と、その次に反対側に変位する波形とが存在するか否かを判別し、前記反対側に変位する波形のピークレベルに対して150%以上のピークレベルを有する中間層の外側境界面に対応するピーク波形を判別し、当該ピーク波形と前記小変位波形との間に、これらとは反対側に変位した2つのピーク点が存在するか否かを判別し、前記2つのピーク点が存在する場合にはこれらのピーク点のうち前記小変位波形の次のピーク点と前記ピーク波形との間の幅を算出してその値を外側接着層の厚みとして出力し、前記2つのピーク点が存在しない場合には前記外側接着層が存在することを出力してなる多層樹脂成形品の非破壊検査方法である。

【0006】また、本発明は、内外2層の樹脂層と、この樹脂層の間に介在する樹脂製の中間層と、この中間層と前記両樹脂層とを接合する内外2層の接着層とを有する多層樹脂成形品における前記接着層の有無を非破壊で検査する多層樹脂成形品の非破壊検査方法において、前記樹脂成形品に照射した超音波のうち前記中間層と前記両接着層の部分の反射波の波形を記憶し、記憶した反射波形に基いて当該波形のうち前記中間層の内側境界面ピーク点を検索し、当該ピーク点よりも成形品における内方側の次のピーク点を検索して当該ピーク点と前記内側境界面ピーク点との間の伝播速度からこれらのピーク点間の距離を算出し、算出したピーク点間の距離が基準値以上となっているか否かを比較し、基準値以上となっていれば内側接着層が存在することを出力し、基準値以下

【0007】

【作用】請求項1に記載の検査方法にあっては、樹脂成形品に対して探触子から照射した超音波のうち中間層とこれの内外両側に成形された接着層の部分の反射波の波形に基いて、外側接着層を検査する。この場合には、外側接着層の存在に起因した小変位波形が存在するかを検出し、この小変位波形が存在すれば、外側接着層が存在すると判別され、これが出力されるので、外側接着層の存在を検知することができる。そして、その小変位波形が存在すると共に、この小変位波形と中間層の外側境界面に対応するピーク波形との間に2つのピーク点が存在すれば、これら2つのピーク点のうち前記小変位波形の次のピーク点と前記外側境界面に対応するピーク波形との間の幅が、これを伝播する速度から算出される。

【0008】また、請求項2に記載の検査方法にあっては、樹脂成形品に対して探触子から照射した超音波のうち中間層とこれの内外両側に成形された接着層の部分の反射波の波形に基いて、まず中間層の内側境界面ピーク点を検索すると共に、成形品の内方側における次のピーク点を検索する。そして、これらのピーク点の間の伝播速度からこれらピーク点間の距離を算出して、この距離が基準値以上となっているか否かを比較して基準値以上となっていれば、薄いつれども内側接着層が存在することが検出される。一方、基準値以上となっていない場合には、前記次のピーク点以降のピーク点の振幅が所定の標準値以上となっているか否かを比較して、標準値以上となっているときには、そのピーク点と前記内側境界面ピーク点との間の伝播速度から内側接着層の厚みを算出する。したがって、従来では内外両接着層の厚みは、それぞれの厚みを算出することができる程度までの厚みを有していなければ、接着層が存在することを検出することができなかったが、その程度の厚みを有していなくても、接着層が存在していることを識別することができるので、従来よりも薄い接着層が形成された場合であっても、その存在を識別することができ、検査能率が大幅に向上することになった。

【0009】

【実施例】図1は本発明の一実施例に係る非破壊検査方法により樹脂製の燃料タンク10を検査している状態を示す図であり、探触子40は燃料タンク10に向けて、20MHzあるいはそれ以上の周波数の超音波を照射すると共に、境界面からの反射波を受信する。反射波は、制御部41内の増幅器を有する超音波制御部41aに送られて、ここで反射波信号が処理された後に、オシシログラフ42に反射波の波形が投影される。この超音波制御部41a内にハイパスフィルターを組込むようにしても良い。図示する場合には、探触子40による検出時にタンク10を水没させる水没式とするか、あるいは探触子40に取付けられたノズルから水をタンク10に吹き付けるバブラー方式によって検出がなされている。また、探触子40は、ここからの超音波が各々の層に対して垂直に照射されるようにするため、図1において矢印で示すように、角度調整機能加えられている。探触子40の角度は、制御部41内の探触子制御部41bからの制御信号により揺動する。

【0010】制御部41の波形処理制御部41c内には、演算回路と記憶媒体が組込まれており、反射信号からの波形が記憶媒体に記憶されると共に波形の検索や判別がなされる。この制御部41cからは表示器やプリンタ等の出力装置43に出力信号が送られるようになっている。図1において、オシシログラフ42に投影された画像を見て波形を判断する場合には、図中破線で示された制御部41b、41cと出力装置43は不要である。

図11及び図1に示されたように、図示する燃料タンク

10は、外側（前側）PE層11、内側（後側）PE層12、中間層20、外側（前側）接着層31及び内側（後側）接着層32を有する3層の樹脂層と2層の接着層とからなっている。尚、制御部41から出力された波形のフーリエ変換を行ない、反射波の近辺周波数のみを取り出して、再度逆フーリエ変換を行なえば、出力される波形はより鮮明となる。

【0011】このように、合計5層からなる部材を超音波探傷器を用いて測定した場合において、オシログラフ42上に投影される波形を示すと、図2（A）及び図2（B）の通りとなる。図2（A）は内外両接着層31、32が例えば140 $\mu$ m程度の比較的厚く成形された場合における波形を示し、図2（B）はこれらの接着層31、32が例えば80 $\mu$ m程度の比較的薄く成形させた場合の波形を示す。また、図2（C）は接着層31、32が存在しなかった場合の波形、つまり内外PE層11、12及び中間層20の3層からなるタンク10を検査した場合の波形を示す。これらの波形は、オシログラフ42にも投影させることができ、更にはこれらの波形に対応した波形情報を制御部41内の記憶媒体に\*20

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{(1-\rho)}{(1+\rho)(1-2\rho)}} = \sqrt{\frac{K + (4/3)\mu}{\rho}}$$

【0014】そして、超音波は音響インピーダンスが異なる境界面で反射・屈折を起すことになり、音響インピーダンスがZ1からZ2の物質つまり媒質に変化する境面に音波が垂直入射したときの反射係数Rは、 $R = (Z_2 - Z_1) / (Z_2 + Z_1)$ で表わされる。したがって、反射率に応じて受信信号を処理すれば、境界面の位置をピーク点としてオシログラフ42に投影させることができるのである。尚、音響インピーダンスZは、物質を伝播する音の速度Cと物質の密度 $\rho$ との積で定義さ※

\*格納することができる。記憶されるべき波形は、1個所について複数回測定した後に、アベレーシングして整形され細線化処理がなされる。図2（A）に示されるように、内外両接着層31、32が所定の厚み以上となっていれば、界面からの反射波のピーク点相互の間隔から厚みが求められる。つまり、図1に示された外側PE層11と外側接着層31との境界面位置①は、図2（A）においてピーク点①となってオシログラフ42に現われる。同様にして、図1に示された境界面②～④は、オシログラフ42上に境界面位置②～④として現われる。

【0012】このような波形は、樹脂等の物質内における超音波の伝播速度と、異種物質相互の境界面における反射率との関係により、探触子40から得られた信号を処理することによって得られる。つまり、まず、超音波の縦波の音速Cは、伝播される物質の密度 $\rho$ 、ヤング率E、ポアソン比 $\delta$ 、体積弾性率K、及び剛性率 $\mu$ との間に以下の数式で示される関係がある。

【0013】

【数1】

※れる。

【0015】図示するように多層樹脂製の燃料タンク10に使用される高密度ポリエチレン樹脂HDPE、接着剤、中間層のポリアミド樹脂の密度 $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>) と、音響インピーダンスZ (g/cm<sup>2</sup> ·  $\mu$ S) と、その中を伝播する超音波の音速C (mm/ $\mu$ S) との関係の代表例を示すと以下の表の通りである。

【0016】

【表1】

材 料	密 度 $\rho$	音 速C	Z ( $\rho \cdot C$ )
HDPE	0.945	2.28	$2.155 \times 10^{-1}$
接着剤	0.935	2.17	$2.029 \times 10^{-1}$
P A	1.13	2.49	$2.814 \times 10^{-1}$

【0017】したがって、図2（A）に示されるように、接着層31、32が所定の厚み以上となっていれば、オシログラフ42上で各ピーク点間の距離を求めれば、対応する境界面間の距離を求めることができる。そして、オシログラフ上の各ピーク点間の距離は、境界相互間の音速に対応するので、反射波の速度を検出するようにすれば、同様に各境界相互間の距離を求めることもできる。しかしながら、図2（B）と図2（C）に示された波形を比較すると分かるように、図2（B）に示されるように接着層31、32の厚みが、120 $\mu$ mな

いし140 $\mu$ mに達しない例えば80 $\mu$ m程度のような薄い場合の波形は、図2（C）に示されるように接着層が存在しない場合の波形と類似しているので、これらを識別することはできず、たとえ接着層31、32が成形されていても、接着層31、32が成形されていないと判断させるを得なかったのである。ところが、たとえ薄くとも接着層31、32が成形されていると、図2（A）（B）に示されるように、タンク11の外側の最初のピーク点①の手前に、僅かに立ち上がる小変位波形Rの発生が認められた。

【0018】そこで、全く接着層を成形しない樹脂製タンクと接着層31、32を薄く成形した場合について、超音波探傷器を用いて実験を行なった。図3はその実験データを示すグラフである。このグラフにおいて、横軸は外側接着層31の厚み( $\mu\text{m}$ )を示し、縦軸はテストピースの数(n)を示す。横軸が0 $\mu\text{m}$ となっているのは、接着層31を有しない場合であり、×印で示すように、立ち上り波形Rを識別することができなかった。つまり、図2(C)に示される波形となった。そして、順次、25、30、50……90 $\mu\text{m}$ に形成された接着層

を有するテストピースについて実験を行なった。30 $\mu\text{m}$ の接着層31については、1つだけは前記立ち上り波形Rが識別できなかったが、他のものについては、○印で示すように立ち上り波形Rを識別することができた。したがって、この僅かに立ち上がる波形Rの次に、下に振る波形(つまり小変位波形とは反対側に変位した波形)Tが形成される場合には、必ず接着層31が形成されている場合であると判断できる。この判断は、探触子40からの信号を制御回路で処理することによってなされる。

【0019】そこで、次に、外側接着層31の検出手順について、この検出ルーチンを示す図4のフローチャートを参照しつつ説明する。まず、ステップS1では、僅かに立ち上がる小波形Rの次に、この波形Rの反転側に変位する波形、つまり下側に振られる波形Tがあるか否かが判断される。このステップS1でYESと判断されれば、つまり最初の波形Rのピークが上側にあれば、それは接着層31が存在することを意味する。図2(A)及び図2(B)に示される波形は何れも接着層31が存在することを示している。これに対して、ステップS1でNOと判断されれば、つまり、最初の波形のピークが下側にあれば、中間層つまりPA層20は存在するが、接着層31は存在しないことを意味する。この場合には、図2(C)に示す波形が得られた場合に相当し、最初の波形はTとなる。図2(C)は中間層20はあるが、接着層31が無い場合を示し、ステップS2において、表示部に接着層31が存在しないことを「NG」表示する。

【0020】次いで、ステップS3で下側一つ目の波形Tのピーク点①のピークレベルを検出した後に、ステップS4において、このピークレベルに対して150%以上のレベルとなった波形Uが存在するか否かを検索する。このステップS4においてNOと判断されれば、中間層20が存在しないことを意味し、接着層31、32の合成層の厚みをステップS5で測定する。これに対して、ステップS4でYESと判断されれば、中間層20が存在することを意味し、中間層20の厚みがステップS7で測定される。立ち上り波形Rも検出されず、波形Uが波形Tのピーク点レベルに対して150%以上のピーク点レベルを有していなければ、中間層20も接着層

31も存在しないことを意味する。その場合には、図示しないステップでNGが表示されることになる。ステップS5の中間層のない接着層31、32の合成層の厚み測定ステップにおいては、オシログラフで対応させると、その画面の上方から波形のピーク点を検索し、上方から2番目までのピーク点位置を求め、これら2点のうち、画面において上方から見て左側(下方から見て右側)に位置するピーク点の位置を、中間層のない接着層31、32の合成層の底側面のエコーとする。また、その画面の下方から波形のピーク点を検索し、同様にして2点のピーク点を求めて、画面において左側のピーク点位置を中間層のない接着層31、32の合成層の表面側面のエコーとする。そして、これら2点間の波形の速度を計算して、その速度の値つまり中間層のない接着層31、32の合成層を伝播する音速の値から中間層のない接着層31、32の合成層の厚みを算出する。これらの算出は、オシログラフ上の波形に対応して記憶された波形情報をもとに、制御部41cで演算される。

【0021】前記ステップS7の中間層20の厚み測定ステップにおいては、オシログラフ上で説明すると、その画面の上方より波形のピーク点を求めて、上方から2番目までのピーク点の位置を求める。ただし、2番目は最大ピーク点のレベルの70%以上のレベルを有しているものとする。これら2点のピーク点位置のうち、最初のピーク点つまり画面において左側の位置を中間層20の表面側面のエコーと判断する。次いで、画面では下方から波形のピーク点を検索し、同様にして2点のピーク点位置データを取り込む。これら2点の位置データのうち、画面において右側の位置データを中間層20の底側面側面のエコーと判断する。そして、これら2点間の波形速度を計算し、中間層つまりPA層20の音速からその厚みを算出する。図2(A)(B)においては、オシログラフ42上に示された中間層20の厚みが、D20となっていることを示す。

【0022】次に、ステップS8において、接着層31が所定の厚み以上となっているか否か、つまり接着層31のエコーを分離できるか否かを判断する。このステップS8においては、図2に示す画面では、その左側から波形を検索し、中間層20の外側境界面②のピーク波形までに、画面において下側にピーク点が2点存在するか否かが検索される。図2(A)に示されるように、2点存在すれば、エコーの分離が可能であり、接着層31が120 $\mu\text{m}$ 以上となっていることを意味する。これら2点のピーク値は、波形Tのピーク値の1/5程度となっている。また、これら2点の存在が検出されなければ、接着層31は存在するが、その厚みのデータを算出することができないことを意味する。したがって、ステップS8においてNOと判断されれば、つまり図2(B)に示されるように、接着層31は存在するが厚みを算出することができないと判断され、ステップS9が実行され

て、既にステップS7で算出された中間層20の厚みデータと接着層31が存在することを、ディスプレイ又はプリンタ等の出力装置43に出力する。

【0023】一方、ステップS8においてYESと判断されれば、図2(A)に示されるように、接着層31が所定の厚み以上の厚みとなっていることであり、ステップS10が実行される。このステップS10では、図2(A)に示す画面において、その左側から波形を追いかけて、第1番目の下側波形Tのピーク点位置①を接着層31の表面側のエコーであると判断し、境界面①と境界面②の位置の2点間の波形速度を計算し、接着層31を伝播する音速から接着層31の厚みを求める。このようにして求められた接着層31の厚みデータと、前記ステップS7で既に求められた中間層の厚みデータとがステップS11において出力装置に出力される。図2(A)においては、オシログラフ42上に表示された接着層31の厚みが、D31となっていることを示す。したがって、外側接着層つまり前側接着層31については、図3の実験データから明かなように、この厚みが30 $\mu$ m以上となっていれば、120 $\mu$ m以下であっても、接着層自体が成形されていることを検出することができる。図1に示されたタンク10のうち、内側つまり後側接着層32の厚み及び、接着層が存在するか否かは、上述した手法では判断することができないので、以下の通りの手法により判断する。

【0024】図5(A)は中間層20を構成するポリアミド樹脂材層と、外側接着層32に相当する接着材層とを有する板材をモデルとしてこれに超音波を照射した場合における反射エコーによる独立波形を示す。この波形においては、中間層と接着層のエコーピーク点が符号Aの位置となっており、次の反転ピーク点を符号Bとし、更に次の反転ピーク点を符号Cで示している。上述した2つのピーク点AとCの間における音波の伝播速度は、使用した装置においては、0.125 $\mu$ Sであった。また、図5(B)は、接着層32に相当する接着材層と、内側PE層12に相当する高密度ポリエチレン樹脂層とを有する板材をモデルとしてこれに超音波を照射した場合における反射エコーによる独立波形を示す図であり、この波形は図5(A)に示されたエコーの振幅を5分の1とした反転エコーである。このエコーのピーク点は、符号Pで示されている。これらの波形を合成すると、接着層32の厚みに応じて、図6(A)～図6(C)に示されるように変化することになる。尚、図6(A)～図6(C)は、図5(A)及び図5(B)に示された波形が合成される前におけるそれぞれの波形を示し、図5(B)に示された波形は、破線で示されている。このように、内側接着層32の厚みに応じて、この部分の音波の伝播速度が基本の合成波形パターンモデルにおける基準値0.125 $\mu$ Sを境として変化することを認識し、本発明においては、内側接着層32の存否と、それ

が所定値以上の場合には、その厚みとを測定するようにしている。

【0025】図7は接着層32の厚みを種々に変化させて、図6における合成波形の前記2つのピーク点AとCの間の伝播速度との関係を実験したデータを示す。図7に示されるように、接着層32の厚みが70 $\mu$ m以下のものについては、合成波形の両ピーク点A、C間の伝播速度が基準値の0.125 $\mu$ S以下であった。そして、厚みを80 $\mu$ mとしたときに、いくつかのテストピースにおいては、伝播速度が0.125 $\mu$ Sを超えるものがあり、厚みが130 $\mu$ m以上となると、全て前記ピーク点A、C間の伝播速度が0.125以下となった。図7において、接着層32の厚みが80 $\mu$ mに達しない場合には、図6(A)に相当し、この図に示されるように合成波形における両ピーク点A、C間における伝播速度は、合成前における伝播速度0.125 $\mu$ Sよりも短くなる。そして、図7において、接着層32の厚みが80～120 $\mu$ mの場合には、合成された波形における両ピーク点A、C間の伝播速度が0.125 $\mu$ S以上になった。図6(B)はこの場合に相当する。ただし、この図6(B)に示されるように、ピーク点Pは合成波形には現れない。

【0026】ところが、接着層32の厚みが130 $\mu$ m以上となると、再度、前記ピーク点間の伝播速度は、0.125 $\mu$ Sか、それ以下となった。この場合における合成波形は、図6(C)に示される通りであり、ピーク点Pが分離することから、このように変化する。しかし、この場合の伝播速度は接着層32が薄い場合と同様であっても、合成波形としてはピーク点Pを有する波形が得られることから、伝播速度が0.125 $\mu$ S以下であっても、ピーク点Pを有する波形の振幅を計測することによって、接着層32の厚みが80 $\mu$ mに達しない場合と区別することができる。図6に示した合成波形モデルパターンにおけるピーク点A、Cは、図2に示した実際の反射波の波形におけるピーク点A、Cに対応する。

【0027】上述したように、接着層32の厚みに応じて基本的波形パターンが変化するという認識から、以下のようにして後側の接着層32の存在と、それが所定値以上の場合にはその厚みが測定されることになる。図8はこの接着層の検出手順を示すフローチャートであり、図6(A)～図6(C)に示した合成波形におけるピーク点AとCの間の間隔つまり伝播速度が、基準値以上となっているか否かを判断する(ステップS21)。この基準値は上述したように、0.125 $\mu$ Sであり、このステップS21でYESつまり基準値を超える値であると判断されれば、図7に示した実験データに示したように接着層32は80～130 $\mu$ mの厚みを有していることを意味する。図2における実際の測定波形では、合成波形におけるピーク点Aが、境界③に相当し、合成波形におけるピーク点Cは、図2におけるピーク点Cに相当す

るので、ステップS21でYESと判断された場合は、図2(B)の波形が得られた場合である。この場合には、ステップS22において、中間層20の厚みデータと、接着層32が存在することを、出力装置43に表示する。中間層20の厚みデータは、図4のステップS7で測定された値である。

【0028】ステップS21でNOと判断された場合には、接着層32の厚みが80 $\mu$ m以下の場合と、130 $\mu$ m以上の場合とがある。そこで、まず、ステップS23において、ピーク点C以降のピーク点の振幅を検索し、標準振幅以上となっているか否かを判断する。この標準振幅は、使用した装置においては、26mVと設定した。図2(C)に示されるように、振幅が標準振幅よりも小さければ、接着層32が存在しないと判断する。この場合には、ステップS24において中間層20の厚みデータを表示すると共に、接着層32無しのNGを表示する。

【0029】一方、ステップS23において、YESと判断された場合には、図2(A)に示す波形が得られた場合に相当し、ピーク点Pに相当するピーク点④つまり内側接着層のPE側ピーク点が存在するので、2つのピーク点③と④の間の伝播速度から接着層32の厚みを、ステップS25において測定する。測定された接着層32の厚みデータと、既に求められている中間層20の厚みデータとを、ステップS26においてディスプレイ等の出力装置43に出力する。したがって、内側接着層つまり後側接着層32については、図7の実験データから明らかなように、この厚みが80 $\mu$ m以上となっていれば、130~140 $\mu$ m以下であっても、接着層自体が形成されていることが検出できる。

【0030】

【発明の効果】以上のように、樹脂層間に薄い接着層が形成された場合には、従来では接着層が形成されていないと判断していたが、外側接着層つまり探触子側の前側接着層については、30 $\mu$ m以上の厚みがあれば、その存在を検出することができる。また、内側接着層つまり後側接着層については、80 $\mu$ m以上の厚みがあれば、その存在を検出することができる。したがって、従来では不良品と判断せざるを得なかった樹脂製の燃料タンクであっても、最適な製品であると判断することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】は本発明の多層樹脂成形品の非破壊検査方法を具体化した検査装置を示す概略図、

【図2】(A)~(C)は探触子によって得られた波形を示す線図、

【図3】は実験データを示すグラフ、

【図4】は外側接着層の厚み検出の手順を示すフローチャート、

【図5】(A)(B)は独立波形を示す線図、

【図6】(A)~(C)は合成波形を示す線図、

【図7】は実験データを示すグラフ、

【図8】は内側接着層の厚み検出の手順を示すフローチャート、

【図9】は樹脂製燃料タンクの一部を示す斜視図、

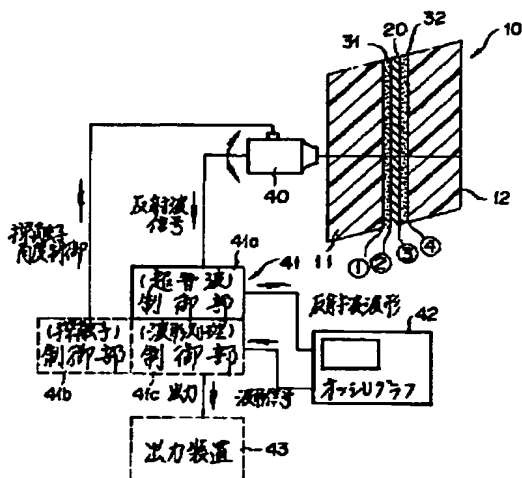
【図10】は図9におけるX-X線に沿う断面図、

【図11】は図10におけるXI部の拡大断面図である。

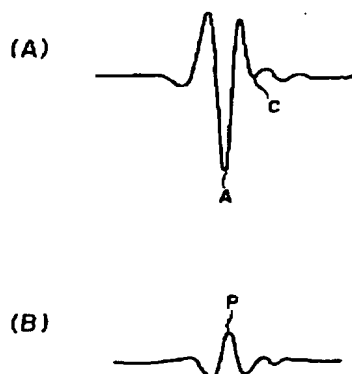
【符号の説明】

10…燃料タンク、11…外側PE層、12…内側PE層、20…中間層、31…外側接着層、32…内側接着層、40…探触子、41…制御部、42…オシロスコープ、43…出力装置。

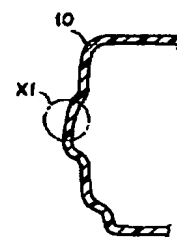
【図1】



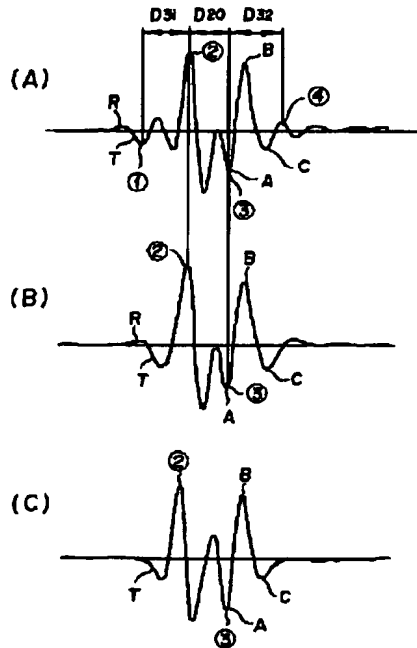
【図5】



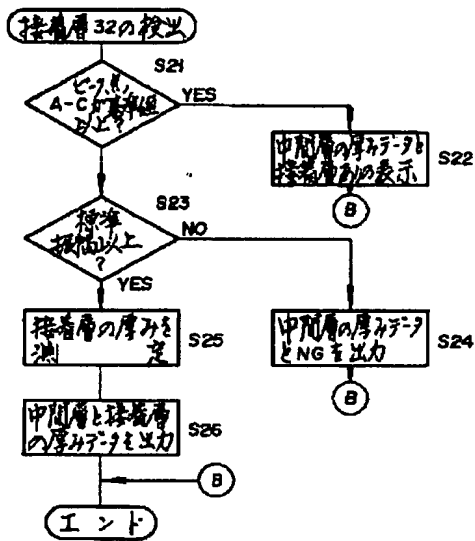
【図10】



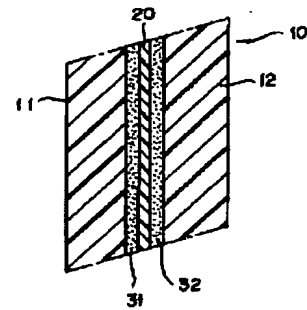
【図2】



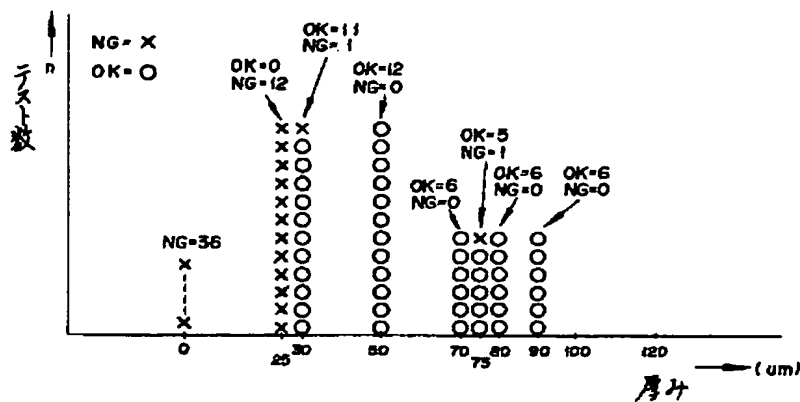
【図8】



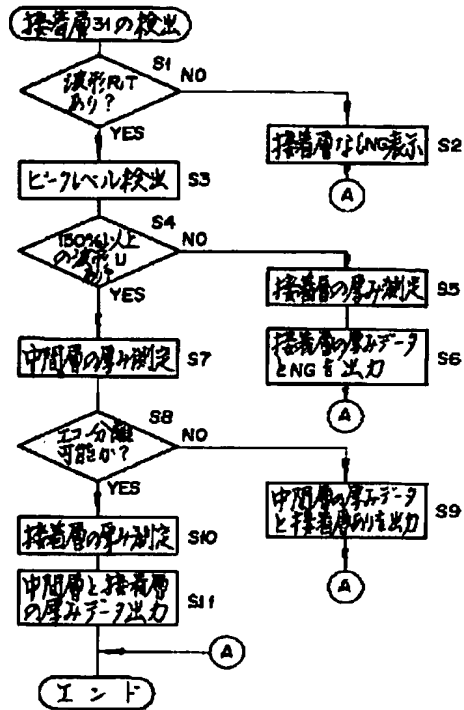
【図11】



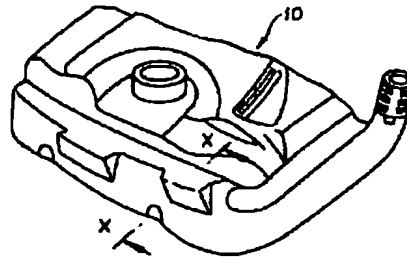
【図3】



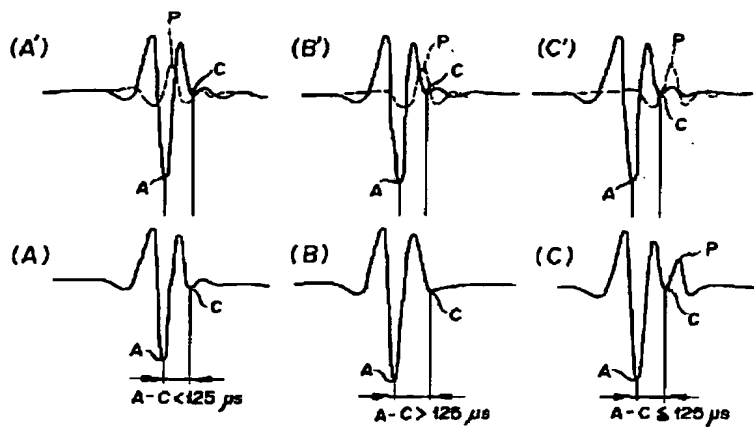
【図4】



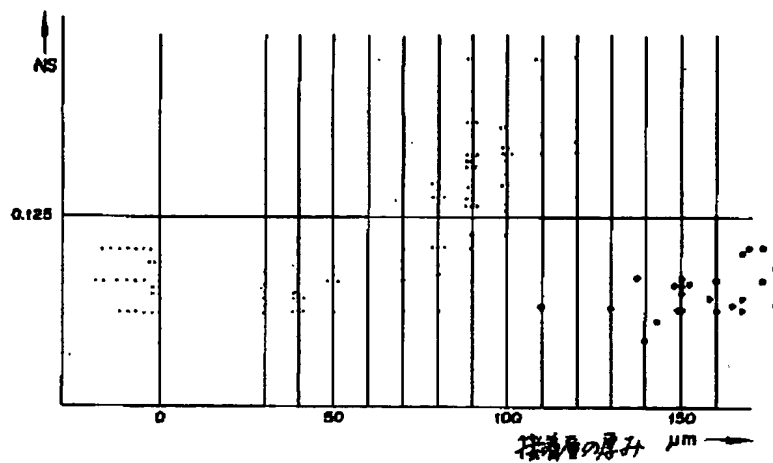
【図9】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 衛藤 慎輔

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 吉田 研一

東京都千代田区麹町5丁目7番地 紀尾井  
町TBRビル1119号 日本パナメトリクス  
株式会社内

(72)発明者 芝 彰男

東京都江戸川区中葛西5丁目32番8号 圭  
盟ビル4階株式会社アспект内